



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

KIIPEILYN VARMISTUSLAITTEET

Saku Puhakka

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö 2019

TIIVISTELMÄ

Kiipeilyn varmistuslaitteet

Saku Puhakka

Oulun yliopisto, Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2019, 21 s. + 0 s. liitteitä

Työn ohjaaja(t) yliopistolla: Tapio Korpela

Tämä työ on tehty kandidatin tutkintoon vaadittavana tutkielmana. Aiheeksi valikoitui kiipeilyn varmistuslaitteet. Tutkielman tavoitteena oli tutustua kiipeilyssä käytettäviin varmistuslaitteisiin. Työ on tehty kirjallisuustutkielmana käyttäen lähteenä tieteellisiä artikkeleita, standardeja ja internetistä löytyvää tietoa. Työssä käydään läpi erilaisia varmistuslaitteita, niiden toimintaperiaatteita ja suunnitteluperusteita. Tätä tutkielmaa voi käyttää yleistietona aiheesta tai pohjana välinehankintoja tehdessä. Laitteiden käyttöä varten tulee koulutus hankkia siihen suunnitelluilta kursseilta.

Asiasanat: kiipeily, varmistaminen, varmistuslaite

ABSTRACT

Belaying devices in climbing

Saku Puhakka

University of Oulu, Degree Programme of Mechanical Engineering

Bachelor's thesis 2019, 21 pp. + 0 p. appendixes

Supervisor(s) at the university: Tapio Korpela

This work is done as a research required for bachelor's degree. For the subject I decided belaying devices in climbing. Goal of the research was to introduce belaying devices used in climbing. Research is done purely with written sources including scientific articles, standards and information found in the internet. Information found in this research consists of different belaying devices, their working and design principles. This research can be used as basic knowledge on the subject or as information when comparing said devices for purchase purposes. Before using belaying devices, you should take a course designed for it.

Keywords: climbing, belaying, belaying device

ALKUSANAT

Tein kandidaatin tutkielman Oulun yliopistossa osana tekniikan kandidaatin tutkintoa. Tutkielmassa käsittelen kiipeilyn varmistuslaitteita niiden toimintaperiaatteita ja käyttökohteita. Tutkielma pohjautuu kirjallisuuslähteisiin sekä omakohtaisiin kokemuksiin harrastuksen parissa.

Kiitokset Tapio Korpelalle työn ohjauksesta sekä Oulun kiipeilykeskukselle välineistökuvista.

Oulu, 5.3.2019

Saku Puhakka

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	6
2 KIIPEILYN VARUSTEISTA YLEISESTI.....	7
3 VARMISTUSLAITTEIDEN KÄYTTÖ.....	9
3.1 Yläköyskiipeily	9
3.2 Liidi	9
3.3 Muu käyttö	10
4 MANUAALISET VARMISTUSLAITTEET	11
4.1 Avustamaton varmistuslaite	11
4.2 Jarruavustetut varmistuslaitteet	12
4.3 Automaattisesti lukkiutuvat varmistuslaitteet	13
5 AUTOMAATTISET VARMISTUSLAITTEET	15
5.1 Toimintaperiaatteet	16
6 VARMISTUSLAITTEeseen KÖYDESTÄ KOHDISTUVA KUORMITUS.....	17
7 VARMISTUSLAITTEITA KOSKEVAT STANDARDIT	19
7.1 Manuaaliset varmistuslaitteet.....	19
7.2 Automaattiset varmistuslaitteet.....	20
8 YHTEENVETO	21
LÄHDELUETTELO	

1 JOHDANTO

Tässä työssä käydään läpi kiipeilyssä käytettäviä varmistuslaitteita, niiden toimintaperiaatteita, vaatimuksia ja valintakriteereitä. Työn aihe valikoitui pitkäaikaisen harrastuksen pohjalta. Alkuperäisenä aiheena oli kiipeilyssä yleisesti käytettävät mekaaniset laitteet, mutta tutkielman laajuuden pysymiseksi järkevänä rajattiin se koskemaan vain varmistuslaitteita. Tutkimus perustuu kirjallisuuslähteisiin ja omakohtaisiin kokemuksiin eikä siinä tehdä käytännön kokeita.

Kiipeilyn suosion kasvaessa ja lajin ollessa esillä Tokion olympialaisissa 2020, on hyvä koota perustietoa varusteista ja niiden käytöstä. Aikaisempia tutkimuksia kiipeilystä on hyvin rajallisesti ja nekin keskittyvät lähinnä lääketieteeseen ja urheiluvammoihin. Tieto varusteista ja niiden käytöstä on pitkään kulkenut suoraan kiipeilijältä toiselle.

2 KIIPEILYN VARUSTEISTA YLEISESTI

Yksinkertaisimmillaan varustus kiipeilyssä on siihen soveltuvat kengät ja pussi magnesiumjauheelle. Kiivettäessä matalilla kallioilla, kivillä tai sisäboulderilla turvavarustuksena käytetään patjaa. Sisäseinällä kiinteästi asennettu patja on 40-50 cm paksu. Ulkona kiivetessä alastuloon levitettävät patjat ovat 10-20cm paksuja ja kooltaan luokkaa metristä kahteen per sivu. Näissä patjoissa on yleensä taitos ja kantoremmit kuljetusta varten ja niitä levitellään alastuloon yleensä enemmän kuin yksi. Kiipeilykengissä ei ole kuviointia pohjissa ja niiden pohjakumi tulee myös varpaiden päälle ja kantapään ympärille.

Siirryttäessä köysikiipeilyyn tulee mukaan valjaat, köysi, sulkurenkaat, jatkot ja varmistuslaitteet. Köysi on yleensä joustava ja paksuudeltaan noin kymmenen millimetriä. Pituus voi vaihdella sisällä käytettävästä kolmekymmenmetrisestä isolla ulkokalliolla käytettävään yli satametriseen. Valjaina käytetään istumavaljaita ja pienillä lapsilla kokovartalovaljaita. Kiipeilyvaljaissa on varustelenkit, joissa kantaa tarvittavat jatkot ja muut välineet kiivettäessä. Jatkot muodostuvat kahdesta sulkurenkaasta, joiden välissä on noin 15cm pitkä nauhalenkki, joka voidaan tarvittaessa vaihtaa pitempään. Sulkurenkaita käyttökohteissa ruuvillinen sulkurengas valitaan silloin kun asennus tehdään ennen kiipeilysuoritusta. Yläankkurin rakentaminen ja varmistuslaitteen kiinnitys ovat yleisimpiä kohteita ruuvillisille sulkurenkaille. Lukkiutumattomia sulkurenkaita käytetään kiivetessä jatkoissa ja varustekiinnityksissä valjaisiin, kun molemmat kädet eivät ole vapaana ja työskentelyasento voi olla niiden asennukseen hankala.

Luonnonkalliolla kiivettäessä käytössä voi olla joko kallioon valmiiksi pultatut kiinnikkeet tai kiipeilijän itse asettamat kiilat ja nauhalenkit. Kiiloja on monen kokoisia ja eri muotoisia, moderneimmat jopa mekaanisesti säätäviä. Nauhalenkkejä voidaan käyttää kiven ympäri pyöräytettynä omana varmistuspisteenä tai pidempää jatkoa varten. Kuvassa 1 näkyy yleisimpiä kiipeilyvarusteita. Siinä näkyvällä varustemäärällä pärjäisi noin kolmekymmenmetrisellä valmiiksi pultatulla kalliolla tai kalliolla, jonka päälle saa rakennettua yläankkurin. Kuvassa on vasemmalla köysi, ylhäällä valjaat, kengät ja magnesiumpussi. Keskellä näkyy sekä lukkiutumattomia että lukkiutuvia sulkurenkaita, varmistuslaite ja prusik-naru. Alhaalla on nippu jatkoja ja oikealla nauhalenkkejä sekä niistä tehtyjä pidempiä jatkoja.



Kuva 1 Yleisimpiä kiipeilyvarusteita

Jääkiipeilyssä kiilat ja valmiit pulttaukset korvataan jääruuveilla. Jääkiipeilyssä käytettävät kengät muistuttavat lähinnä vaelluskenkää tai lumilautamonoa, johon kiinnitetään erilliset jääraudat. Käsissä on magnesiumjauheen sijaan hakut. Kypärässä käytetään lisäksi visiiriä estämään jään lentämisen silmiin hakuilla lyödessä.

Materiaaliominaisuuksia, joita kiipeilyvälineisiin halutaan, on kestävyys lisäksi myös keveys. Metalliset välineet, kuten sulkurenkaat ja varmistuslaitteet, valmistetaan nykyään lentokonealumiinista. Poikkeuksena on raskaammassa työkäytössä ja kiinteissä asennuksissa suosittava teräs. Valjaissa, köysissä ja nauhalenkeissä käytetään lähinnä nailonia ja keveyttä vaatiessa dyneemaa.

3 VARMISTUSLAITTEIDEN KÄYTTÖ

Köysikiipeily voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan, yläköysikiipeilyyn ja alaköysikiipeilyyn, eli liidaamiseen. Kaikki manuaaliset varmistuslaitteet soveltuvat sekä ylä- että alaköysikiipeilyyn. Automaattisia varmistuslaitteita käytetään aina yläköysikiipeilyä vastaavassa käytössä. Varmistamisen lisäksi varmistuslaitteita käytetään myös köydellä laskeutumiseen ja köysistä työskentelyyn.

3.1 Yläköysikiipeily

Yläköysikiipeily on se mistä varmistamisen opettaminen aloitetaan. Siinä köysi kulkee kiipeilijältä yläankkurin kautta varmistajalle. Varmistajalla köysi kulkee hänen valjaisiinsa kiinnitetyn varmistuslaitteen läpi köyden vapaaseen päähän, jota kuolleeksi köydeksi kutsutaan. Kiipeilijän edetessä ylöspäin, varmistaja kiristää köyttä pitäen siinä hieman löysää kiipeilijän vapaan liikkuvuuden mahdollistamiseksi. Yläköysikiipeilyssä kiipeilijälle ei pudotessa tule vapaapudotusta juuri ollenkaan, kun köysi kiristyy siinä olevan pienen löysyyden jälkeen.

Yläköysikiipeilyä harrastaa aloittelijat ja juniorit. Kokeneemmat kiipeilijät, jotka normaalisti kiipeävät liidaamalla, saattavat käyttää sitä opitellessaan kiipeämään tiettyä reittiä. Ulkokalliolla kiivetessä pitkiä reittejä, jotka vaativat välivarmistuksia, kiipeää toisena ja mahdollisesti hänen jälkeensä tulevat yläköydessä edellisen kiipeilijän häntä varmistaessa.

3.2 Liidi

Alaköysikiipeilyssä, eli liidissä, köysi menee aluksi suoraan kiipeilijältä varmistajalle. Kiipeilijä sitten edetessään kiinnittää sitä jatkoihin. Tätä kutsutaan klippaamiseksi. Varmistajan toiminnassa tämä näkyy köyden syöttösuunnan muutoksena yläköysikiipeilyyn verrattuna. Muuten varmistuslaitteen asetelma on täysin sama. Kun kiipeilijä kiinnittää köyttä mennessään, jää köyden ylin kiinnityspiste usein hänen alapuolelleen. Tästä syystä kiipeilijän putoamismatka mitataan helposti metreissä. Putoamisen aiheuttama voima nostaa helposti varmistajan jalat maasta, varsinkin jos kiipeilijä on varmistajaa painavampi. Tämän helpottamiseksi varmistaja saattaa kiinnittää valjaisiinsa lisäpainoa tai ulkokiipeilyssä kiinnittää itsensä läheiseen puuhun. Vaikka

köydessä oleva voima on riittävä nostamaan varmistajan ilmaan, ei se varmistuslaitteen kitkan jälkeen kuolleen köyden puolella ole mikään mahdottomuus pitää kiinni. Varmistaja kiinnittää itsensä estääkseen lentämästä seinään jalkojen noustessa ilmaan.

Liidaamista harrastetaan jyrkemmillä seinillä ja pidemmillä reiteillä ensimmäisen kiivetessä. Monet kiipeilijät eivät laske reittiä kiivetyksi ennen kuin se on kiivetty liidaamalla vaikka yläköysikiipeilyn mahdollisuuskin olisi. Liidaaminen mahdollistaa myös koko köyden pituuden hyödyntämisen pitkillä reiteillä, kun yläköydessä kiivetessä yläankkurin kautta kulkeva köysi mahdollistaa kiipeämisen vain puolen köydenmitan verran.

3.3 Muu käyttö

Muita käyttökohteita varmistuslaitteille on laskeutumiset ja köysistä työskentely. Laskeutumisessa varmistuslaitetta käytetään lähinnä silloin kun laskeutuminen liittyy kiipeilyyn. Reitin kiivettyä tai yläankkurin valmistuttua laskeudutaan takaisin kallion juureen. Laskeutuessa saatetaan köyttä käyttää kaksin kerroin. Tämä vaikuttaa varmistuslaitteen valintaa, koska kaikissa varmistuslaitteissa ei ole mahdollisuutta kahdelle köydelle. Jos tarkoituksena on pelkkä laskeutuminen elämyksenä jostain tornista, poliisin tai armeijan erikoisjoukkojen työkäytöstä, käytetään laskeutumiskahdeksikkoa. Sitä voi myös käyttää varmistamiseen, mutta sen pienemmän kitkavoiman takia käyttöä varmistuslaitteena ei suositella.

Joskus on korkeita paikkoja, jonne ei nostimella tai telineillä pääse, silloin turvaudutaan työskentelemään köysistä. Yleisimpiä kohteita köysistä työskentelyyn on tuulimyllyt ja korkeiden rakennusten ikkunoiden pesu. Tuulimyllyissä työskentelyyn vaaditaan oma koulutuksensa, mutta ikkunoiden pesua tekevät kiipeilyseuratkin.

4 MANUAALISET VARMISTUSLAITTEET

Yksinkertaisimmillaan varmistuslaitteet toimivat siten, että kiipeilyköysi pujotetaan lenkille varmistuslaitteeseen ja varmistaja pitää kiinni kuolleeksi köydeksi kutsutusta köyden vapaasta päästä. Köyden kiristyessä lenkki voimistaa kitkan köyden ja varmistuslaitteen välille tarpeeksi suureksi, jotta köysi ei luista varmistajan kädestä. Suurin osa köyden voimasta siirtyy varmistajan valjaisiin sulkurenkaan kautta. Ilman varsinaista varmistuslaitetta varmistus voidaan tehdä myös sitomalla sulkurenkaaseen HMS-solmu, joka on toiseen suuntaan lukitseva. Sen käyttö on kuitenkin hankalaa ja helposti jumittuvaa. Jos kuitenkin onnistuu varmistuslaitteensa pudottamaan tai rikkomaan, on tämänkin tietotaito hyväksi.

4.1 Avustamaton varmistuslaite

Perinteisessä ATC varmistuslaitteessa (kuva 1) köyden lenkki tulee suoraan valjaisiin tulevan sulkurenkaan ympäri. Varmistaessa laitteen etäisyys sulkurenkaasta vaihtelee. Kauempana sulkurenkaasta köyden lenkki löystyy ja mahdollistaa varmistajalle tilanteesta riippuen joko köyden antamisen kiipeilijälle tai löysän köyden vähentämisen. Tämän tehtyään varmistaja pitää kiinni kuolleesta köydestä kiinni varmistuslaitteen alapuolella, yleensä reiden vieressä, siten ettei käden ja varmistuslaitteen välissä ole turhaa köyttä. Kiipeilijän puolen köyden lähtiessä ylöspäin ja kuolleen köyden lähtiessä alaspäin kiristyy köyden lenkki sulkurenkaan ympärillä, jolloin kiipeilijän pudotessa lenkki kiristyy entisestään ja antaa tarvittavan kitkan köyden luistamisen estämiseksi. Varmistuslaitteessa oleva vaijeri ei estä varmistusta kuin laitteen karkaamisen liian kauas sulkurenkaasta ja se myös kiinnitetään vaijerista valjaiden varustelennkkiin silloin kun itse kiivetään tai laitetta ei muuten käytetä.



Kuva 2 Perinteinen ATC

4.2 Jarruavustetut varmistuslaitteet

Jarrutuksen voimistamiseksi joissain varmistuslaitteissa on kuolleen köyden puolella V-muotoinen hahlo ja mahdollisesti pientä hammastusmuotoa (kuva 3). Näiden muotojen tulee kuitenkin olla voimakkaasti pyöristettyjä, etteivät ne katkaise jännittynyttä köyttä. Toinen lisä mikä perinteiseen ATC malliin on kehitetty, löytyy reverso mallista, jossa on ylimääräinen kiinnityskohta, josta varmistuslaitteen saa kiinnitettyä ankkuriin. Tämä helpottaa toimintaa kalliolla varmistaessa perässä tulevaa kiipeilijää. Putoamistilanteessa köysi kiertäisi muuten vain sulkurenkaan ympäri ilman varmistuslaitteen voimistavaa kitkavaikutusta. Kun reverso kiinnitetään suoraan ankkuriin, pystyy varmistaja seisomaan mahdollisella hyllyllä tai roikkumaan vain omissa valjaissaan seinään kiinnitettynä ja pitämään kiinni kuolleesta köydestä.



Kuva 3 Varmistuslaite hahloilla

4.3 Automaattisesti lukkiutuvat varmistuslaitteet

Pelkän jarrutusvoiman lisäämisen sijaan jotkin varmistuslaitteet suunnitellaan lukkiutumaan kiipeilijän pudotessa. Yksi käytetty tapa voimistaa varmistuslaitteen jarruttavaa vaikutusta on muotoilla varmistuslaite siten, että köyden kiristyessä sulkurengas painaa köyttä varmistuslaitetta vasten. Ongelmaksi muodostuu tämän lukituksen vapauttaminen, kun kiipeilijä halutaan laskea alas tai laitetta halutaan käyttää itse laskeutumiseen. Tämä on ratkaistu muotoilemalla laite siten, että varmistaja voi toisella kädellä kääntää laitetta antaen köydelle tilaa liukua varmistuslaitteen ja sulkurenkaan välissä.



Kuva 4 Grigri

Liikkuvilla osilla varustetuista mekaanisista varmistuslaitteista tunnetuin on grigri (kuva 4). Siinä köysi kierretään epäkeskon ympäri, joka köyden kiristyessä kiipeilijän puolelta painaa köyttä varmistuslaitetta vasten. Tämän vapauttamiseksi laitteessa on kahva, jolla epäkeskoa saadaan käännettyä takaisinpäin ja köysi rullaamaan läpi. Lukitus toimii vain yhteen suuntaan ja virheellisen köysiasennuksen välttämiseksi kanteen on kaiverrettu kuva kertomaan kumman puolen köyden tulisi tulla kummastakin aukosta. Perinteiseen varmistuslaitteeseen verrattuna Grigrissä köysi ei kierry sulkurenkaan ympäri, vaan siinä sulkurenkaalla lukitaan laitteen kansi. Kiipeilijän liidatessa varmistaja joutuu välillä antamaan kiipeilijälle nopeasti jopa yli metrin köyttä nopeasti kiipeilijän kiinnittäessä

köyttä jatkoon. Varmistajalta vaaditaan enemmän kokemusta, ettei varmistuslaite lukkiudu tällaisessa tilanteessa mahdollisesti pilaten kiipeilijän suorituksen. Automaattisesti lukkiutuvien varmistuslaitteiden käyttö kilpailuissa onkin kielletty (IFSC 2018). Grigrin käyttö onkin yleisempää yläköydellä kiivetessä tai työskennellessä köydestä. Työskennellessä se ei tarvitse ylimääräisiä solmuja tai prusik-narua pysyäkseen lukittuna ilman, että käyttäjä pitelee kuolleesta köydestä.

5 AUTOMAATTISET VARMISTUSLAITTEET

Nykypäivänä kiipeilijä ei tarvitse itselleen aina varmistajaa, sillä kiipeilykeskuksilta löytyy automaattivarmisteisia seiniä. Näissä kiipeilijä kiinnittää itsensä varmistuslaitteeseen kiipeämään lähtiessä ja hänen pudotessaan laite hidastaa putoamisen turvalliselle nopeudelle. Näiden käyttö voidaan helposti opettaa vaikka ensimmäistä kertaa kiipeilemässä olevalle. Tämä mahdollistaa monipuolisemman kiipeilykokemuksen. Kokeneempi kiipeilijä pystyy harjoittelemaan itsenäisemmin ja saa kiiwettyä suuren metrimäärän helpolla.

Automaattivarmistin rajoittaa käytettävän seinän profilia. Seinästä ei voi tehdä kuin hieman päälle kaatuva. Muuten kiipeilijä pudotessaan heilahtaisi taaksepäin holtittomasti. Tämä on yksi syy miksi automaattivarmistimet eivät tule korvaamaan ihmisvarmistajaa kokonaan, mutta nykyaikaisessa kiipeilyhallissa ne ovat yksi vakiintunut osa kokonaisuutta.

Perinteisemmän kiipeilyn lisäksi automaattivarmistimia käytetään nopeuskiipeilyssä. Siinä kiivetään 15 metrin korkuinen seinä mahdollisimman nopeasti. Maailman huiput kiipeävät tämän matkan alle kuuteen sekuntiin (IFSC rankings). Ihmisvarmistajalla tämä nopeus aiheuttaa epätasaisen vedon kiipeilijään. Sama ongelma on myös kahden eri varmistuslaitteen välillä, joten IFSC on valinnut yhden varmistuslaitemallin käytettäväksi kaikissa maailmancup ja maailmanmestaruuskisoissa (IFSC Press release 14.9.2016).

Yksi uudenlainen riskitekijä on ilmaantunut automaattivarmisteisten seinien kanssa. Ihmisvarmistajan kanssa kiivetessä kiipeilijä ja varmistaja suorittavat ennen kiipeämistä ristiinvarmistuksen nähdäkseen varusteiden oikeanlaisen kiinnityksen. Automaattivarmisteisella seinällä ei tätä tehdä ja onkin sattunut tapauksia, joissa kiipeilijä on ylös kiivettyään huomannut, ettei ollutkaan kiinnittänyt itseään varmistuslaitteeseen ollenkaan. Tämän estämiseksi automaattivarmisteisilla seinillä käytetään porttikehikkoja, joihin varmistuslaitteen kiipeilijän pää kiinnitetään, kun laitetta ei käytetä ja jotka silloin nousevat kiipeilyn haitaksi varmistuslaitteen ollessa siihen kiinnitettynä. Kun kiipeilijä irroittaa varmistuslaitteen kehikosta ja kiinnittää sen itseensä, laskeutuu kehikko pois edestä.

5.1 Toimintaperiaatteet

Toimintaperiaatteeltaan automaattisia varmistuslaitteita on kolmenlaisia, joista vanhin on hydraulikkaan perustuva. Siinä kiipeilijälle menevän kaapelin liikettä säädellään hydraulijärjestelmällä, jossa vaimentimena toimiva sylinteri rajoittaa putoamisnopeutta. Ilmanpaine säiliössä työntää sylinterit takaisin, kun kaapelista poistetaan kuorma. Tämä järjestelmä vaatii seinän taakse tilan, joka on usein ahdas. Laitteen vaatima huolto ahtaassa tilassa ei ole optimaalista. Mekanismi vetää kiipeilijää ylöspäin kohtalaisen suurella voimalla, mikä aiheuttaa suuremman minimipainorajoituksen käyttäjälle.

Toinen käytetty mekanismi on rumpujarru varustettuna sisäänvetojousella. Laitteessa käytetään kytkintä, jottei jarru aktivoidu kaapelin kelautuessa sisäänpäin. Laite itsessään on sen verran pieni, että se kiinnitetään kiipeilyseinän yläpäässä olevaan ankkuriin. Etuna hydrauliseen verrattuna on helpompi huolto, kun laite voidaan vain irrottaa yläankkurista ja laskea maahan. Huonona puolena on laitteen lämpeneminen kovalla käytöllä.

Uusimpana keksintönä on magneettiseen pyörrevirtaan perustuvat varmistuslaitteet. Rumpujarrumallin tapaan sisäänveto on toteutettu jousella ja laite kiinnitetään yläankkuriin. Etuna rumpujarrumalliin verrattuna on lämmöntuoton puuttuminen käytössä ja toiminnan perustuessa magnetismiin, eikä fyysiseen kontaktiin, on kuluvia osia vähemmän.

6 VARMISTUSLAITTEeseen KÖYDESTÄ KOHDISTUVA KUORMITUS

Varmistuslaitetta kuormittaa sen läpi kulkeva köysi. Kiipeilijän köyteen aiheuttama jännitys on varmistuslaitteen suunnittelun kannalta merkitsevä kahdella tapaa. Varmistuslaitteen tulee kestää rikkoutumatta köyden sille aiheuttama kuormitus sekä koko varmistuslaitteen idea on olla päästämättä köyttä luistamaan läpi putoamistilanteessa.

Kiipeilyssä käytetään niin sanottua dynaamista köyttä, joka joustaa kiipeilijän pudotessa. Köyden toiminta ei kuitenkaan ole täysin verrattavissa ideaalijouseen, joten köydessä vallitsevan jännityksen laskeminen on hieman monimutkaisempaa. Köysi ei toimi ideaalijousen tavoin erittäin pienillä ja erittäin suurilla venymillä. Tästä johtuen köysivalmistajat ilmoittavat jousivakion sijaan köysistandardin EN892 mukaisen pudotustestin iskuvoiman.

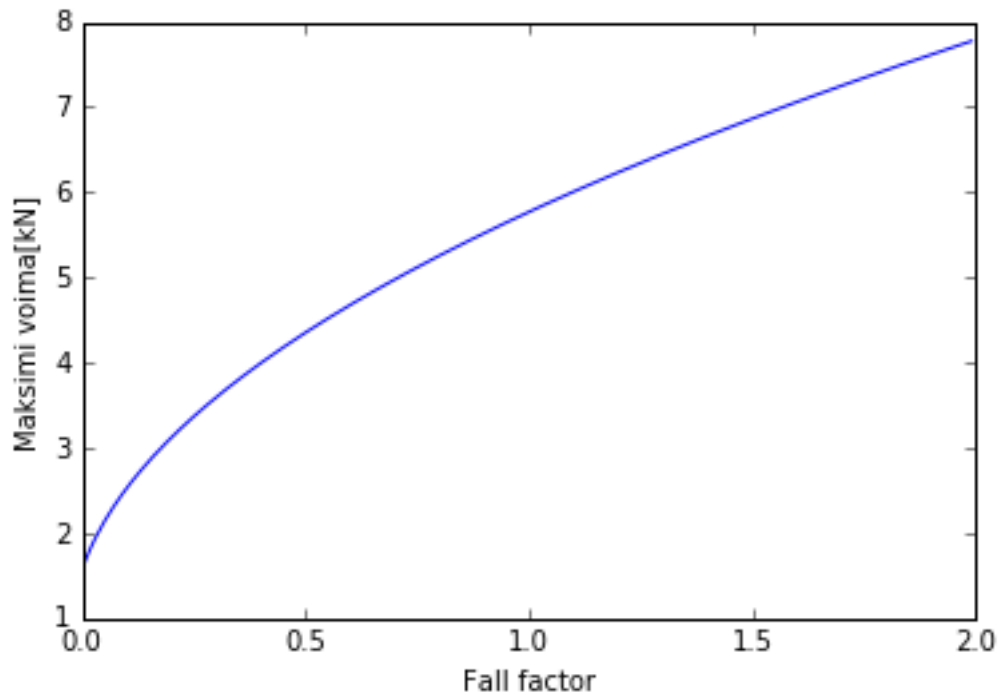
Köyden jännitykseen vaikuttaa tietysti kiipeilijän massa, mutta myös kiipeilijän ja varmistuslaitteen välissä olevan köyden pituus ja kiipeilijän putoama matka. Kiipeilijälle jopa kymmenien metrien putoaminen on mahdollista eikä välttämättä vaarallista (Bowie *et al.* 1988). Putoamiskorkeus ei ole yksinään merkitsevä, vaan kun se jaetaan kiipeilijän ja varmistuslaitteen välissä olevan köyden pituudella saadaan kiipeilijöidenkin käyttämä termi *fall factor*. Se saa arvoja nollan ja kahden välillä ja mitä suurempi arvo sen suurempi jännitys köyteen tulee. Yli yhden voi fall factorin arvossa päästä vain multipitch reiteillä välivarmistukselta lähtiessä. Välttääkseen suuren fall factorin putoamisia kiipeilijöille on suositeltavaa laittaa alkuun jatkoja tiheämpään.

$$T = mg + \sqrt{(mg)^2 + \frac{U(U-1,568)}{1.396} mgr}, \quad (1)$$

missä T on köyteen kohdistuva maksimivoima [kN]
 m on kiipeilijän massa kilogrammoina
 g on maan vetovoiman kiihtyvyys
 U on köysivalmistajan ilmoittama iskuvoima
 r on fall factor

Standardin mukaisen iskuvoiman ja fall factorin avulla voidaan köyden jännitys laskea kaavan 1 mukaisesti 80kg painavalle kiipeilijälle (Goldstone 2006). Tällä kaavalla

laskettuna fall factorin vaikutus jännitykseen näkyy kuvaajasta 1. Esimerkkitapauksessa köyden valmistajan antama iskuvoima on 7,3kN (Beal Booster III 9,7mm).



Kuvaaja 1 Fall factorin vaikutus köyden iskuvoimaan

Tämä laskukaava antaa köyden jännityksen kiipeilijän päässä, joten varmistuslaitteelle aiheutuvaa kuormitusta arvioitaessa on otettava huomioon myös kiipeilijän ja varmistuslaitteen välissä olevat jatkot ja niistä aiheutuva kitkavoima. Toisaalta huomion arvoista on, että käytännön kuormitustilanteissa, jossa köyden jännitys on suurimmillaan, eli fall factor on lähellä kahta, ei jatkoa ole. Kaava ei myöskään huomioi varmistajan massaa tai valjaiden joustoa.

7 VARMISTUSLAITTEITA KOSKEVAT STANDARDIT

7.1 Manuaaliset varmistuslaitteet

Varmistuslaitteiden ominaisuuksia ja testausta määrittelee kansainvälisen kiipeilyliiton UIAA:n standardi numero 129, eurooppalainen EN 15151-1 ja EN 15151-2. Eurooppalainen standardi on jaettuna kahteen osaan, avustetun lukkiutumisen omaaviin ja ilman niitä oleviin. Eurooppalainen standardi pohjautuu kiipeilyliiton standardiin ja ainoa eroavaisuus niissä käytännössä on testiolosuhteissa, joskin siinäkin eroavaisuus on niin pieni, että toleranssit huomioon ottaen ne limittyvät.

Ilman avustettua lukkiutumista olevat varmistuslaitteet testataan vain yksinkertaisella staattisella vetokokeella. Varmistuslaitteeseen asennetaan köysi kiipeilytilannetta vastaavalla tavalla ja kuolleen köyden puoli ankkuroidaan. Tämän jälkeen kiipeilijän puolelta köyttä vedetään standardin vaatimalla voimalla. Reversion tyyppisiä varmistuslaitteita, joita on tarkoitettu käytettäväksi suoraan ankkuriin kiinnitettynä, testataan myös tätä vastaavalla kuormitustilanteella.

Grigrin tyyppisiä avustetulla lukkiutumisella varustettuja varmistuslaitteita testataan kolmella erilaisella testillä. Ensimmäinen testaa laitteen jarrutusta lukkiutuneessa tilassa. Siinä laitteen lukkiutuminen laukaistaan ja kiipeilijän puolelta köyttä kuormitetaan kuolleen köyden ollessa vapaana. Toisena testataan staattista kestävyyttä samalla tavalla kuin ilman avustettua lukkiutumista varustetut laitteet. Erona testissä on kuolleen köyden ankkuroinnin sijaan siihen tehtävä solmu, joka estää köyden luistamisen läpi. Kolmas testi on dynaamisen kuormituksen tilanne. Siinä pudotetaan paino varmistuslaitteen varaan ja katsotaan ettei köysi luista liikaa varmistuslaitteen läpi, vaan se pysäyttää putoamisen ajoissa.

Kiipeilyssä käytetään kolmea erilaista köysityyppiä, jotka ovat single, half ja twin. Kaikki nämä testit tehdään varmistuslaitteille kaikilla niillä köysityypeillä, joille valmistaja on varmistuslaitteen tarkoittanut käytettäväksi. Huomionarvoista testeissä on, että jokaisen testin jälkeen ei tarkisteta pelkästään varmistuslaitteen kuntoa, vaan vaatimuksena on, että myös köysi pysyy vaurioitumattomana.

7.2 Automaattiset varmistuslaitteet

Automaattisille kiipeilyn varmistuslaitteille ei suoranaisesti ole omaa standardia ainakaan vielä. Niitä säätelevä standardi on SFS-EN 341, joka on laskeutumislaitteiden standardi. Sen mukaisesti laitteesta testataan viidellä eri tapaa; Dynaamisesti, toiminnallisesti, laskeutumisenergiallisesti, staattisesti ja korroosion kestollisesti.

Dynaamisessa testissä laitteen varaan pudotetaan testimassa. Erona manuaalisiin varmistuslaitteisiin on, että automaattiset varmistuslaitteet toimivat aina yläköysivarmisteisesti, joten niiden käytössä fall factor pysyy aina pienenä. Standardin mukaisessa testissä fall factor onkin automaattisille varmistuslaitteille vain 0,15 kun se manuaalisille on 1,78. Automaattisissa varmistuslaitteissa käytetty nauha tosin on staattista eikä dynaamista, jolloin suuremman fall factorin putoaminen siihen olisi muutenkin vaarallista.

Toiminnallisella testillä varmistetaan laitteen laskeutumisnopeuden säilyminen sallituissa rajoissa. Testi suoritetaan kuivien olosuhteiden lisäksi märässä sekä kylmässä ja märässä olosuhteessa. Näiden lisäksi laitevalmistajan salliessa laitteen käytön erittäin kylmissä olosuhteissa, testataan se myös tätä vastaavassa lämpötilassa.

Laskeutumisenergian testissä mitataan laitteen lämpenemistä käytössä. Sen vaatimuksissa on lämpötilaraja osille, joita käyttäjä käsittelee normaalikäytössä. Tämä ei ole kiipeilyn automaattisille varmistuslaitteille ongelma, sillä yhdessäkään käytetystä mekanismista käyttäjä ei koske jarruttavan voiman elementteihin tai niiden kotelointiin. Se mihin kiipeilyssä voisi tätä testiä soveltaa, on lämpötila koteloinnin sisällä ja sen vaikutus kankaiseen nauhaan, jota teräksisen kaapelin sijaan käytetään modernissa automaattisessa varmistuslaitteessa.

Staattinen testi on yksinkertainen staattinen kuormitus. Se voidaan suorittaa kahdessa osassa, jos laitteen nauhan kiinnityskohdat todetaan kriittisimmiksi kohdiksi. Tämä testi suoritetaan huomattavasti suuremmalla kuormalla kuin mitä valmistaja laitteelle lupaa käytettäväksi. Laitteen tulee säilyä rikkoutumattomana testistä.

Korroosion keston testissä laite altistetaan suolaisille olosuhteille EN ISO 9227 mukaisesti. Testin jälkeen laite tutkitaan visuaalisesti, tarvittaessa laite purkaen. Myös laitteen oikeanlainen toiminta tarkistetaan testin jälkeen.

8 YHTEENVETO

Kiipeily on monipuolinen laji ja siinä käytettäviä varmistuslaitteita on monenlaisia. Ei ole olemassa yhdenlaista varmistuslaitetta, jota käyttää jokaisessa tilanteessa. Tärkeimpiä valintakriteereitä varmistuslaitteelle on käyttökohde ja käytettävä köysi. Varmistuslaitteet voidaan jaotella automaattisiin ja manuaalisiin. Manuaaliset voidaan jaotella vielä avustamattomiin, avustettuihin ja automaattisesti lukkiutuviin. Varmistuslaitteita säätelee SFS-EN ja UIAA standardit. Tasapuolisuuden nimissä kilpailuissa käytettäviä varmistuslaitteita on rajattu.

LÄHDELUETTELO

Beal (2017) products, Booster 9.7mm Golden Dry. https://sport.beal-planet.com/index.php?id_product=1371&controller=product&id_lang=1 [26.11.2018]

Bowie WS *et al.* (1988) Rock-Climbing Injuries in Yosemite National Park. Western Journal of Medicine 149: 172-177

EN 15151-1:2012 Mountaineering equipment. Braking devices. Braking devices with manually assisted locking, safety requirements and test methods

EN 15151-2:2012 Mountaineering equipment - Braking devices - Part 2: Manual braking devices, safety requirements and test methods

EN 341 (2011) Personal fall protection equipment. Descender devices for rescue

EN 892:2013 + A1:2016:en Mountaineering equipment. Dynamic mountaineering ropes. Safety requirements and test methods

Goldstone R (2006) The standard equation for impact force. http://www.rockclimbing.com/cgi-bin/forum/gforum.cgi?do=post_attachment;postatt_id=746 [26.11.2018]

IFSC Press release (14.9.2016). Perfect descent official speed auto-belay provider

IFSC (2018) Rankings. <http://www.ifsc-climbing.org/index.php/world-competition/rankings> [26.11.2018]

IFSC Rules 2018 version No 1.5

UIAA 129 (2018) Mountaineering and Climbing Equipment 'BREAKING DEVIC